РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2 352 014** (13) **C1**

(51) МПК
H01J 25/00 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2007128273/09, 23.07.2007**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
23.07.2007

(45) Опубликовано: **10.04.2009** Бюл. № **10**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **Weihua Jiang, Kevin Woolverton, James Dickens and Magne Kristiansen, "High Power Microwave Generation by a Coaxial Virtual Cathode Oscillator", IEEE Trans. on Plasma Science, October 1999, Vol.27, №5, c.1538. RU 2040064 C1, 20.07.1995. RU 2297688 C1, 20.04.2007. RU 2269177 C1, 27.01.2006. FR 2876218 A1, 07.04.2006. FR 2830371 A1, 04.04.2003.**

Адрес для переписки:
607188, Нижегородская обл., г. Саров, пр. Мира, 37, ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ", начальнику ОПИНТИ

(72) Автор(ы):
Нургалиев Роман Константинович (RU),
Цыкин Виктор Сергеевич (RU),
Птицын Борис Глебович (RU),
Селемир Виктор Дмитриевич (RU),
Ячный Андрей Викторович (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Российская Федерация в лице Федерального агентства по атомной энергии (RU),
Федеральное государственное унитарное предприятие "Российский федеральный ядерный центр - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики"-ФГУП "РФЯЦ-ВНИИЭФ" (RU)

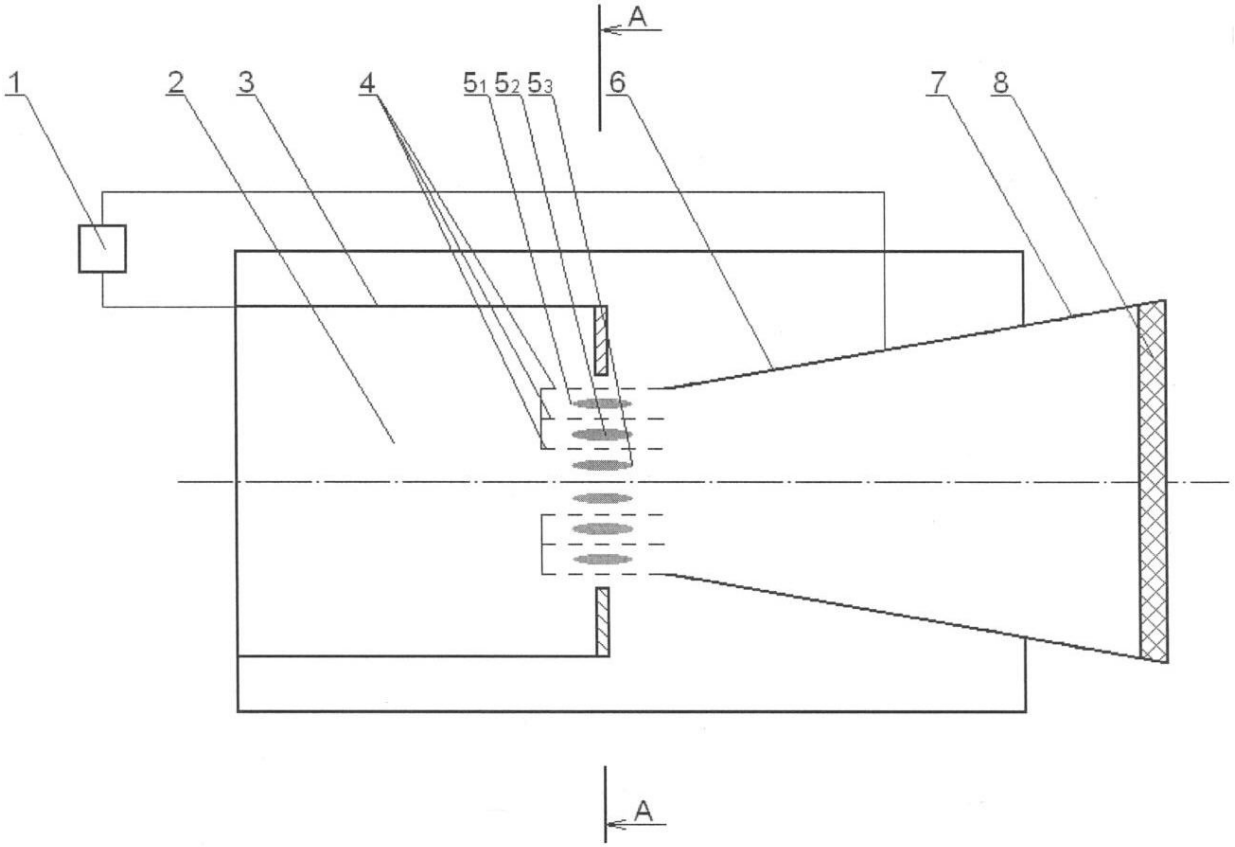
(54) ВИРКАТОР С РАДИАЛЬНЫМ СХОДЯЩИМСЯ ПУЧКОМ

(57) Реферат:

Изобретение относится к сверхвысокочастотной (СВЧ) технике, а именно к области генерации электромагнитного излучения на основе колебаний виртуального катода (ВК) и может быть использовано при создании генераторов мощного СВЧ-излучения. Виркатор представляет собой расположенный в волноводе вакуумной камеры коаксиальный диод, состоящий из цилиндрического катода с внутренней эмиссионной поверхностью и анода в виде, по крайней мере, двух сеток в форме цилиндра и анодного электрода. Сетки расположены внутри катода соосно с ним. Сетки установлены таким образом, чтобы между ними образовывались ВК. Из генератора в свободное пространство микроволновое (СВЧ) излучение выводится с помощью системы вывода излучения в виде рупорной антенны. Сетки электрически связаны с рупором посредством анодного электрода. Внутренние вакуумируемые полости генератора (вакуумная камера) отделены от внешнего пространства диэлектрическим вакуумплотным окном. К диоду прикладывается высоковольтное напряжение от внешнего источника питания. Благодаря повышению эффективности преобразования энергии пучка электронов в энергию СВЧ-излучения за счет создания условий формирования нескольких ВК КПД генератора увеличен. 2 ил.

RU 2352014 C1

RU 2352014 C1



Фиг. 1

RU 2352014 C1

RU 2352014 C1

RUSSIAN FEDERATION

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** (11) **2 352 014** (13) **C1**

(51) Int. Cl.
H01J 25/00 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2007128273/09, 23.07.2007**

(24) Effective date for property rights:
23.07.2007

(45) Date of publication: **10.04.2009 Bull. 10**

Mail address:
607188, Nizhegorodskaja obl., g. Sarov, pr. Mira, 37, FGUP "RFJaTs-VNIIEhF", nachal'niku OPINTI

(72) Inventor(s):
Nurgaliev Roman Konstantinovich (RU),
Tsykin Viktor Sergeevich (RU),
Ptitsyn Boris Glebovich (RU),
Selemir Viktor Dmitrievich (RU),
Jachnyj Andrej Viktorovich (RU)

(73) Proprietor(s):
Rossijskaja Federatsija v litse Federal'nogo agentstva po atomnoj ehnergii (RU),
Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe predprijatie "Rossijskij federal'nyj jadernyj tsentr - Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut ehksperimental'noj fiziki"-FGUP "RFJaTs-VNIIEhF" (RU)

(54) VIRCATOR WITH RADIAL CONVERGENT BEAM

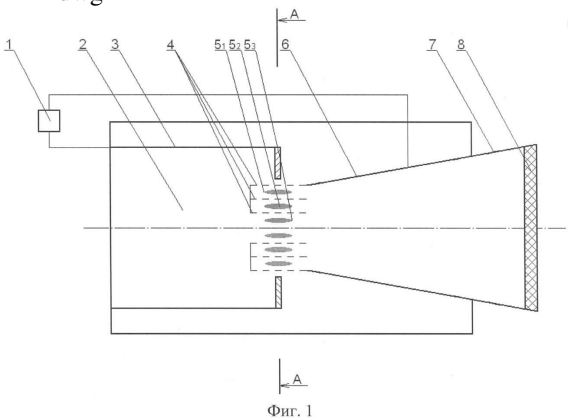
(57) Abstract:

FIELD: electrics.

SUBSTANCE: vircator is a coaxial diode positioned inside waveguide of vacuum chamber and consisting of cylindrical cathode with internal emission surface and anode in the form of at least two grids in the form of cylinder and anode electrode. Grids are positioned inside cathode and are coaxial to it. Grids are positioned so as to form virtual cathodes between them. Microwave (UHF) emission is transmitted from generator into free space by emission transmitting system in the form of conical receiver. Grids have electrical connection to cone by anode electrode. Internal sealed generator cavities (vacuum chamber) are separated from environment by dielectric vacuum sealed port. High voltage from outer power source is fed to diode.

EFFECT: enhanced efficiency of electron beam energy transformation into UHF emission energy due to conditions for multiple virtual cathode forming, enhanced efficiency of generator.

1 dwg



Фиг. 1

RU 2352014 C1

RU 2352014 C1

Изобретение относится к сверхвысокочастотной (СВЧ) технике, а именно к области генерации электромагнитного излучения на основе колебаний виртуального катода (ВК), и может быть использовано при создании генераторов мощного СВЧ-излучения.

Известен СВЧ-генератор, реализующий режим стохастического резонанса на основе диода с двумя анодными сетками [1] (А.Е.Дубинов, К.Е.Михеев, В.Д.Селемир, А.В.Судовцов, "Стохатрон - СВЧ-генератор с виртуальным катодом, реализующий режим стохастического резонанса". Известия высших учебных заведений. Физика, Июнь 1999, Т.42, №6, с.67). Диод образован плоскими катодом и двумя анодными сетками, расположенными вдоль оси системы на некотором расстоянии друг от друга. Высоковольтное импульсное напряжение прикладывается к катод-анодному промежутку, при этом поток электронов, пройдя анодные сетки, образует ВК, генерирующий СВЧ-излучение. Вторая сетка в данной системе обеспечивает бистабильный профиль потенциала между реальным катодом и ВК.

Недостатком данной конструкции является малый КПД генерации излучения.

Наиболее близким по техническому решению к предлагаемому устройству является СВЧ-генератор (виркатор) на основе коаксиального диода [2] (Weihua Jiang, Kevin Woolverton, James Dickens and Magne Kristiansen, "High Power Microwave Generation by a Coaxial Virtual Cathode Oscillator", IEEE Trans. on Plasma Science, October 1999, Vol.27, №5, p.1538). Система представляет собой размещенный в волноводе вакуумной камеры коаксиальный диод, образованный цилиндрическим катодом и цилиндрическим анодом, установленным посредством держателя (анодного электрода), электрически связанного с волноводом. Катод представляет собой полый цилиндр с внутренней эмиссионной поверхностью, внутри которого соосно с ним расположен анод, представляющий собой сетку в форме цилиндра. При подаче на диод высоковольтного импульсного напряжения происходит инжекция электронов с внутренней поверхности катода к оси системы. Электроны, пройдя через сетку, формируют ВК, являющийся причиной возникновения микроволнового (СВЧ) излучения, которое выводится через волновод.

Основной недостаток данного генератора заключается в малом КПД генерации излучения, обусловленном низкой эффективностью преобразования энергии пучка электронов в СВЧ-излучение.

Задачей предлагаемого изобретения является создание усовершенствованного СВЧ-генератора с повышенным КПД генерации излучения.

Техническим результатом данного решения является увеличения эффективности использования энергии пучка электронов.

Технический результат в заявляемом виркаторе достигается за счет того, что в отличие от известного виркатора с радиальным сходящимся пучком, содержащего установленный в волноводе вакуумной камеры и подключенный к внешнему источнику питания коаксиальный диод, образованный цилиндрическими катодом и анодом, представляющим собой сетку в форме цилиндра, связанным с волноводом анодным электродом, а также систему вывода излучения, в предлагаемом виркаторе анод дополнен, по крайней мере, одной сеткой в форме цилиндра, соосного катоду, сетки имеют различные диаметры и установлены с возможностью образования ВК между ними.

За счет этого возникает несколько ВК, что позволяет благодаря суммированию их излучательных способностей увеличить эффективность использования энергии электронного пучка, за счет чего увеличивается мощность СВЧ-излучения.

Посредством сравнения аналога и прототипа с заявляемым устанавливаем, что

принцип действия устройства основан на следующем. Потенциал ВК равен потенциалу катода. За ВК существует пролетный ток, который в несколько раз меньше диодного тока. Поэтому при плоской геометрии диода (аналог) второй ВК не должен образовываться за второй сеткой из-за малой концентрации электронов, так как потенциал второго ВК также должен быть равен потенциалу катода. В аналоге вторая сетка расположена на близком расстоянии от первой, поэтому ВК образуется не между сетками, а после них. При сравнении заявляемого генератора с прототипом очевидно, что возможности прототипа ограничены энергетикой одного ВК.

В заявляемом же устройстве в связи с геометрическими особенностями диода, установленного в волноводе вакуумной камеры и подключенного к внешнему источнику питания, концентрация электронов увеличивается при движении к центру, благодаря чему возникает второй ВК. За вторым ВК также существует пролетный ток, поэтому если за второй сеткой установить третью, меньшую по диаметру, то за ней может образоваться третий ВК и так далее. Расстояние между сетками задается из условия формирования ВК между ними. Оно рассчитывается теоретически с учетом таких параметров системы, как мощность источника питания и геометрия диодного узла виркатора, и экспериментально оптимизируется. Благодаря возникновению нескольких ВК увеличивается мощность выходного излучения из-за суммарного вклада ВК.

Таким образом, за счет образования нескольких ВК более эффективно используется энергия пучка электронов и поэтому повышается КПД генерации СВЧ-излучения.

На фиг.1 схематически изображены многосеточный виркатор с радиальным сходящимся пучком и подключение питания к устройству, на фиг.2 изображен соответствующий разрез.

Заявляемый генератор представляет собой расположенный в волноводе 2 вакуумной камеры коаксиальный диод, состоящий из цилиндрического катода с внутренней эмиссионной поверхностью 3 и анода в виде, по крайней мере, двух сеток в форме цилиндра 4 и анодного электрода 6. Сетки расположены внутри ктода соосно с ним. Сетки установлены таким образом, чтобы между ними образовывались ВК. Из генератора в свободное пространство микроволновое излучение выводится с помощью системы вывода излучения в виде рупорной антенны 7. Сетки электрически связаны с рупором посредством анодного электрода. Внутренние вакуумируемые полости генератора (вакуумная камера) отделены от внешнего пространства диэлектрическим вакуумплотным окном 8. К диоду прикладывается высоковольтное напряжение от внешнего источника питания 1.

В качестве источника питания можно использовать генератор импульсного напряжения, выполненный, например, по схеме Аркадьева-Маркса [3] (Месяц Г.А. "Генерирование мощных наносекундных импульсов" М.: Атомиздат, 1972).

Устройство работает следующим образом. При подаче импульсного напряжения от внешнего источника питания 1 на диод, состоящий из катода 3 и анода в виде сеток 4, с внутренней поверхности катода инжектируется в радиальном направлении к оси системы пучок электронов, который, проходя через первую сетку 4, является причиной возникновения первого ВК 5_1. За ВК существует пролетный ток, который, проходя через вторую сетку, является причиной возникновения второго ВК 5_2. Несмотря на то что пролетный ток значительно меньше катодного, концентрация электронов увеличивается за счет радиального сжатия пучка, благодаря чему она оказывается достаточной для возникновения второго ВК. За вторым ВК также существует пролетный ток, который, проходя через третью сетку, образует третий ВК 5_3 и так

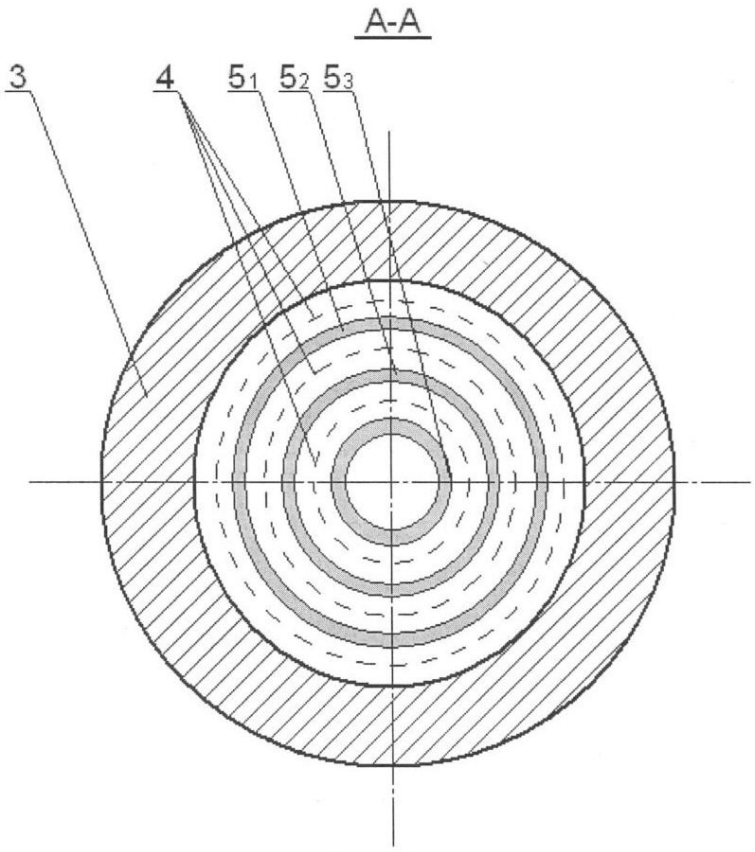
далее. В свободное пространство излучение выводится с помощью рупорной антенны 7 через диэлектрическое вакуумплотное окно 8.

В примере выполнения предложенного СВЧ-генератора волновод, анод, катод и рупорная антенна выполнены из стали, анодные сетки - из нихрома, выводное диэлектрическое окно - из оргстекла. Расстояние между соседними сетками, например, равно удвоенному расстоянию между катодом и ближайшей к нему сеткой, что обусловлено необходимостью образования между соседними сетками ВК. Внутренние полости генератора вакуумируются до давления остаточного газа ~10^{-5} Торр.

Таким образом, благодаря повышению эффективности преобразования энергии пучка электронов в энергию СВЧ-излучения за счет создания условий формирования нескольких ВК КПД генератора увеличен.

Формула изобретения

Виркатор с радиальным сходящимся пучком, содержащий установленный в волноводе вакуумной камеры и подключенный к внешнему источнику питания коаксиальный диод, образованный цилиндрическими катодом и анодом, представляющим собой сетку в форме цилиндра, связанным с волноводом анодным электродом, а также систему вывода излучения, отличающийся тем, что анод дополнен, по крайней мере, одной сеткой в форме цилиндра, соосного катоду, сетки имеют различные диаметры и установлены с возможностью образования виртуального катода между ними.



Фиг. 2